地盤切削 JES 工法の施工確認試験と実施工への適用について

JR 東日本　正会員　○本田 諭，フェロー 齋藤 貴，フェロー 清水 満
鉄建建設　正会員　長尾 達児，正会員　栗栖 基彰

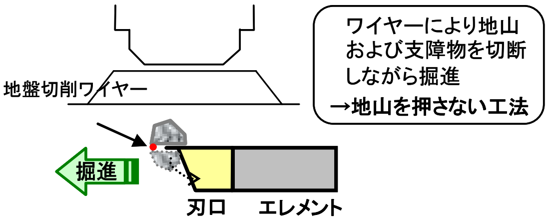
１．はじめに

線路下を横断する道路や水路などの構造物を施工する場合には、列車運行に支障を与えないため施工中の軌道変状を抑えることが必要である。JR 東日本（以下、当社とする。）では、軌道影響を抑えた線路下横断工法として、HEP&JES 工法を開発し多くの施工を行ってきた。しかしながら、エレメントを掘進する際に刃口が支障物を押し上げることによる軌道隆起や支障物を過度に取り込むことによる軌道沈下が懸念される。そこで、新たに地表面への影響を抑えた工法である「地盤切削 JES 工法」（以下、本工法とする。）を開発した。

本稿では、地盤切削 JES 工法の概要と実施工への適用事例について紹介する。

２．地盤切削 JES 工法の概要

本工法は、従来の HEP&JES 工法の刃口を改良したものであり、掘進は人力掘削による。刃口の先端で地盤切削ワイヤーを回転させることで地盤および支障物を切断、撤去し、これにより掘進時の地表面変位を抑えることが可能である（図－１）。



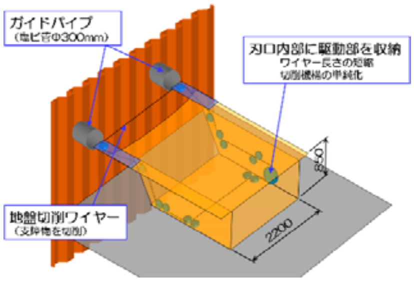
図－１　地盤切削 JES 工法のイメージ

（１）エレメント形状

鋼製エレメントは、幅広エレメント（2,070mm～2,200mm）を基本とする。幅広エレメントを用いることで，エレメント施工本数を減らすことが可能であるとともに，人力掘削の作業性が向上されるため工期短縮が可能である。

（２）ワイヤーによる切削機構

切削ワイヤーには、無水エンドレスワイヤー（ϕ 10.5mm）を使用する。切削時に水を使用しないことで地盤の緩みを生じさせない。掘進の途中でワイヤーが破断した場合には、刃口の内部から交換作業が可能である。

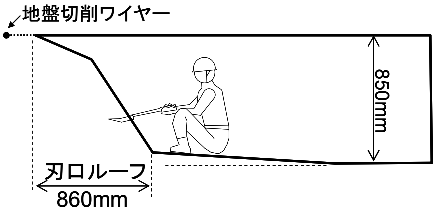


図－２　地盤切削 JES 工法の概要図

（３）軌道の高低変位・通り変位対策

土かぶりが小さい条件下での掘進作業に際し、軌道の高低変位、通り変位に対する検討を行った。軌道の高低変位に対しては、切羽前面の崩壊を防ぐことを目的として刃口前面の三次元円弧すべりの検討を行い刃口ルーフが突出した形状を決定した（図－３）。

軌道の通り変位に対しては、けん引に伴う刃口上部土塊の滑動の検討を行い必要に応じてフリクションカットの対策を行うこととした。



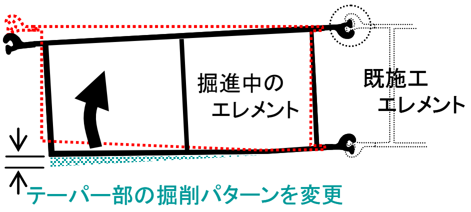
図－３　刃口の形状（側面図）

（４）掘進に伴う姿勢制御

本工法では、エレメント幅が広いため、掘進に伴い継手が勘合していない側が沈む傾向（刃口のローリング）が多い。このため、新たな刃口の姿勢制御方法として刃口の下面にテーパーを設け、これにより非勘合側に上向きの力が作用する方法を考案した（図－４）。掘進中のエレメントの姿勢を把握するため、刃口内部に自動レベル計を設置し、計測データに基づきテーパ

キーワード　線路下横断工事、エレメント掘進、地盤切削
連絡先　〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2－2－2 東日本旅客鉄道株式会社 構造技術センター TEL03-5334-1288

一部分の土砂の掘削方法を変更することで刃口の姿勢を制御した。掘進は 150mm を１サイクルとしてけん引（ワイヤーによる切削）、掘削作業を繰り返した.



図－４　刃口のローリング対策

掘削パターンは、以下のとおりである。

① 刃口断面通りに掘削する

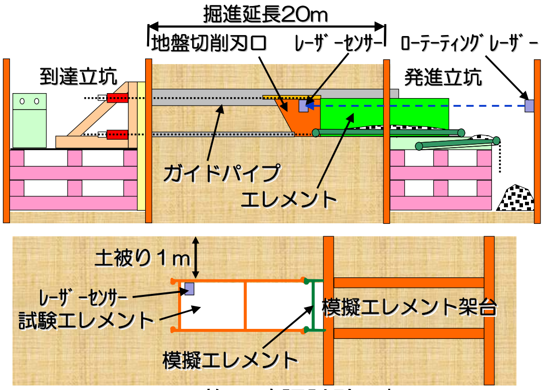
刃口断面どおりに掘削し、刃口がテーパー部分の地山に乗り上げることで上向きに方向を修正する。

② 刃口底面のすき取り、突き崩し

テーパー部分（50㎜）の土をすき取ることで地山に乗り上げずに姿勢を維持する。土を突き崩す場合は、地山に乗り上げ、姿勢をやや上向きに修正する。すき取り、突き崩しの深さを 10㎜ 毎に６段階に設定した。

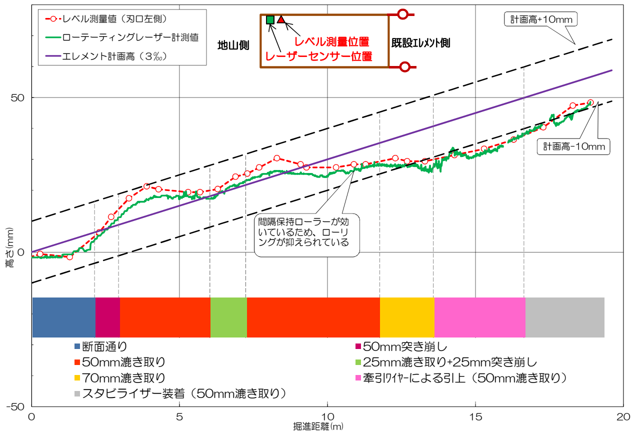
３. 施工確認試験の実施

本施工に先立ち、本工法における刃口の姿勢制御手法の確認試験として、図－５に示す仕様により 20m の掘進を２回実施した。試験では、先行エレメントを模擬した JES 継手を取付けた架台を埋設した。継手位置は、実施工を想定して 3‰の上り勾配とし、既設の JES エレメントが設計どおりの場合、上下に蛇行した場合、ローリングした場合を想定した継手位置としている。



図－５　施工確認試験の概要

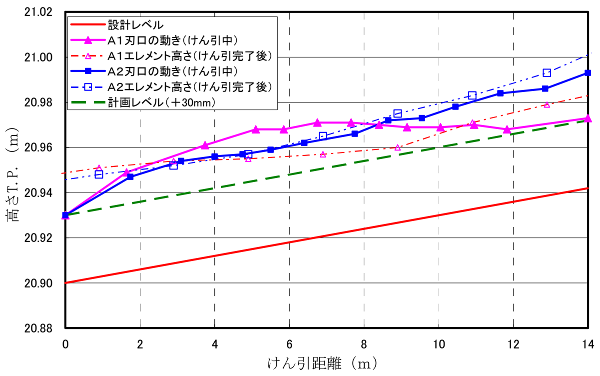
試験結果（１回目）を図－６に示す。掘削パターンの変更により、概ね刃口の姿勢制御が可能であることが確認できた。ただし、地盤条件の違いによる方向修正の効果が不確実であるため、現地施工では対象地盤によって修正が必要である。



図－６　施工確認試験の結果

４. 実施工における施工結果

高崎線桶川・北本間二ツ家こ道橋新設工事（以下、二ツ家 Bv とする。）は、１層４径間ボックスカルバート（幅 49m, 高さ 8.9m, 延長 14m）を構築する工事であり、上床版エレメントの施工（20 エレメント）に本工法を採用した。図－７は、基準エレメント（２本）の、掘進中の刃口高さの測量結果（刃口軌跡）と掘進完了後のエレメント高さである。概ね計画レベルどおりに掘進が出来ており、刃口の姿勢制御手法の有効性が確認できた。ただし、エレメントの軸方向の剛性の影響により、刃口の軌跡にエレメントが追従せず、エレメントはほぼ一定勾配になっている。このことから、姿勢制御は補助的な手段であり、基本は一定の勾配で掘進管理することが望ましいことがわかった。



図－７　刃口軌跡とエレメント高さ（二ツ家 Bv）

５. おわりに

地盤切削 JES 工法を開発し、施工確認試験の実施および実施工への適用を図った。実施工により、本工法の有効性が確認できたことから、今後同様のプロジェクトへの展開を図る予定である。

参考文献

1) 列車運行時間帯の近接工事設計施工マニュアル, JR 東日本, PP 参-1-参-30, 2012.6